ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 621.791

Ю.Г. ЛЮДМИРСКИЙ, М.В. СОЛТОВЕЦ, А.Н. ГРИЦЫНА

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Сформулированы принципы организационно-технологического проектирования роботизированных технологических комплексов для изготовления крупногабаритных, пространственных, нежестких конструкций с большим количеством коротких швов. Рассмотрен алгоритм процесса проектирования роботизированных сварочных комплексов.
Ключевые слова: *качество сварных конструкций, организационно-технологи-ческое проектирование, роботизация сварочных процессов.*

Введение. Целесообразность использования роботов для дуговой сварки конструкций, точность и жесткость которых достаточно высоки, не вызывает сомнений. Однако проблемы создания роботизированных технологических комплексов осложняются в тех случаях, когда дело касается изготовления с помощью роботов крупногабаритных, объемных, нежестких конструкций с большим количеством коротких угловых швов, различно расположенных в пространстве. Подобные конструкции типичны для многих отраслей машиностроения.

Большие размеры деталей, а значит, и допуски на их изготовление, значительные временные перемещения и остаточные деформации затрудняют получение с помощью неадаптивных роботов качественных сварных соединений и обеспечение требуемой точности конструкций. Одним из эффективных решений этой проблемы является создание роботизированных технологических комплексов (РТК), включающих в себя, помимо сварочных роботов, сборочно-сварочную оснастку, манипуляторы изделия и другое вспомогательное оборудование. К сожалению, РТК чаще всего приходится создавать для конструкций, спроектированных без учёта специфики роботизированной сварки.

Для уменьшения риска неудач на всех стадиях создания РТК для дуговой сварки приходится параллельно решать целый комплекс взаимосвязанных проблем. Для этого был разработан процесс организационно-технологического проектирования (ОТП).

Формулирование принципов организационно-технологического проектирования. Организационно-технологическое проектирование предполагает одновременное рассмотрение различных аспектов создания РТК и выполнение следующих работ:

- адаптация конструкции изделия под роботизированную сварку;
- разработка нескольких альтернативных вариантов технологического процесса сборки и сварки изделия;
- выбор и обоснование схем базирования сборочных единиц;
- выбор компоновки РТК;
- оценка возможности качественной сборки и получения сварных соединений, отвечающих требованиям технической документации;
- выбор приёмов, уменьшающих сварочные деформации до уровня, обеспечивающего получение качественных соединений и требуемой точности изделия;
- оценка производительности РТК и себестоимости изделия;
- обоснование системы технического обслуживания РТК;
- выбор наилучшего из рассмотренных вариантов.

Результаты этого проектирования являются исходными данными при разработке технического задания на создание РТК. Наш опыт создания РТК показывает, что в процессе организационно-технологического проектирования к рассмотрению вышеуказанных вопросов приходится возвращаться неоднократно, в том числе и на стадиях отладки и ввода РТК в эксплуатацию. Алгоритм процесса организационно-технологического проектирования представлен на рисунке. Инструментами, необходимыми для многократного решения проблем, возникающих на разных стадиях создания РТК, являются три модели: модель оценки качества сварных соединений (модель 1), модели оценки производительности РТК (модель 2) и себестоимости изготовления изделия (модель 3) [1-5]. Модели представлены в алгоритме в виде шестигранных блоков. В статье основное внимание уделено техническим аспектам данного процесса.

Ниже приведены основные принципы организационно-технологического проектирования, сформулированные авторами на основе многолетнего опыта создания РТК для изготовления сложных пространственных нежестких сварных конструкций с большим количеством коротких швов, различно расположенных в пространстве.

1. Рациональное расчленение конструкции на технологические сборочные единицы, обеспечивающие:

1.1 - доступность и досягаемость горелкой сварных швов;

1.2 - возможность поэтапной сборки изделия методом последовательного наращивания;

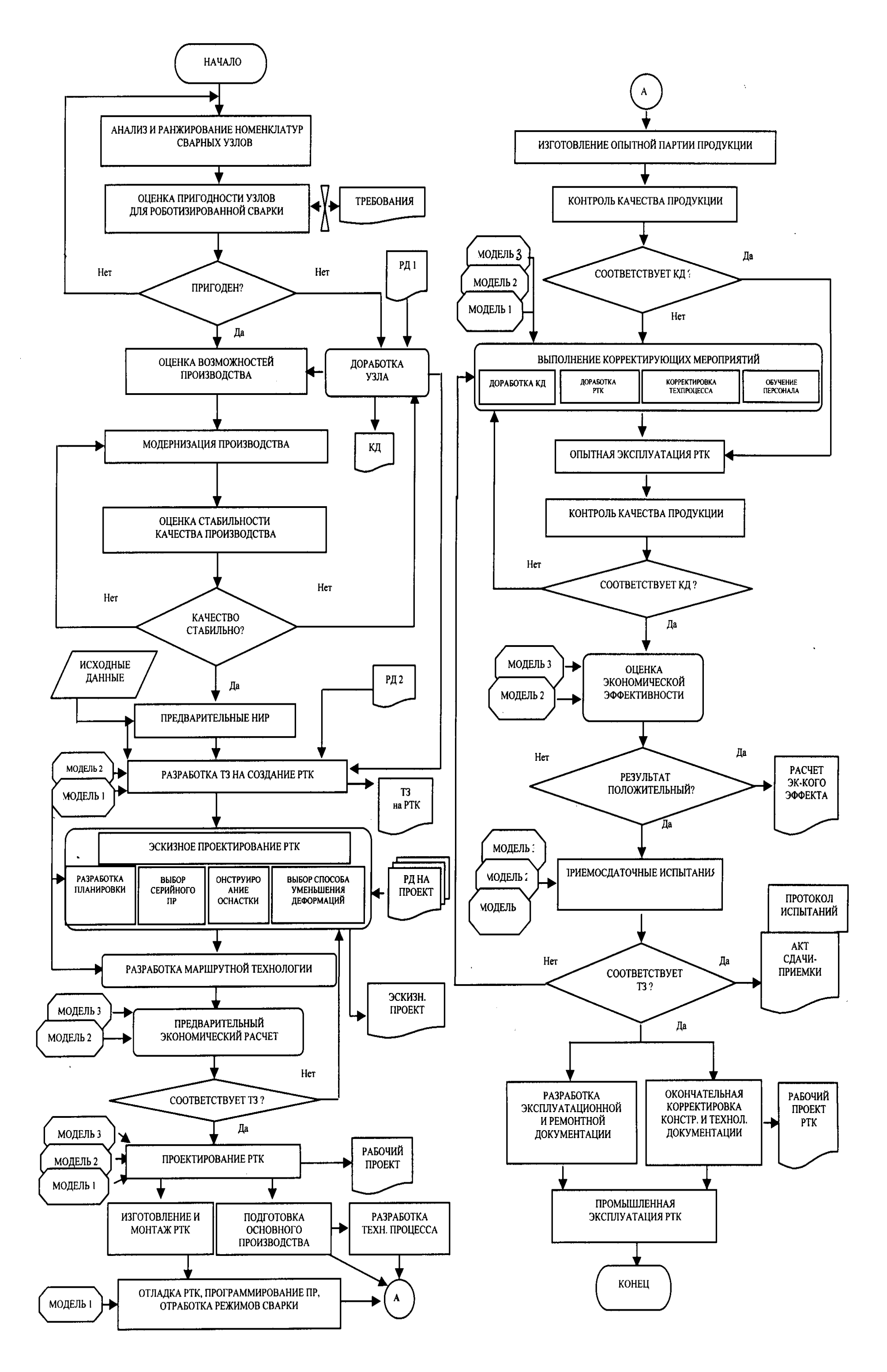
1.3 - требуемое качество сварных соединений и конструкции в целом;

1.4 - рациональную последовательность выполнения сварных швов;

1.5 - возможность беспрепятственно сокращаться металлу сварных соединений, не вызывая в целом искажения формы конструкции;

1.6 – возможность сварки без кантовки в удобном для сварки положении;

1.7 – возможность сварки в напряжённом состоянии, при которой уменьшаются остаточные сварочные деформации.



Алгоритм процесса организационно-технологического проектирования

2. Назначение системы базирования собираемых элементов, обеспечивающей максимальную точность расположения свариваемых кромок, а именно:

2.1- введение дополнительных баз при сборке длинномерных нежестких деталей или деталей с большим разбросом размеров и формы;

2.2- оптимальное расположение баз и возможность их регулирования в направлении, компенсирующем будущие сварочные деформации;

2.3 - уменьшение при базировании количества деталей, определяющих размеры и форму изделия;

2.4 - назначение базовых поверхностей оснастки, совпадающих с базовыми поверхностями деталей;

2.5 - придание нежёстким элементам конструкции требуемой формы в сборочно-сварочной оснастке путем их закрепления в жёстком приспособлении;

2.6 – использование приёма установки деталей «по ножам», которые обеспечивают точное расположение стыка в пространстве и величину зазора в стыке, равную толщине ножа;

2.7 - использование приёма смены баз, который устраняет влияние временных и остаточных деформаций на качество сварных соединений;

2.8 - использование соединений и установочных элементов типа пазов, отверстий и выступов, обеспечивающих самоустановку собираемых деталей, их надёжную и стабильную фиксацию друг относительно друга.

3. Использование приемов конструирования сварных соединений, позволяющих минимизировать и рационально распределять объем наплавленного металла с целью уменьшения величины сварочных деформаций, а именно:

3.1- учёт фактической глубины проплавления, равной катету шва при расчете прочности тавровых и нахлесточных соединений, выполняемых тонкими проволоками (∅ 1,0 или 1,2 мм) на повышенных плотностях тока;

3.2 - выполнение сварных угловых швов расчетных размеров с минусовыми допусками;

3.3 - назначение переменных минимально необходимых объёмов наплавленного металла по длине швов с учётом характера распределения напряжений в соединениях;

3.4 - назначение типов сварных соединений, обеспечивающих максимальную технологичность их выполнения при роботизированной сварке;

3.5 - замена в тавровых соединениях двусторонних угловых швов на односторонние при условии полного проплавления стенки, что уменьшает объём наплавленного металла, трудоемкость изготовления и существенно упрощает конструкцию сборочно-сварочной оснастки;

3.6 - замена нахлёсточных и тавровых соединений, выполняемых двусторонними угловыми швами на прорезные или проплавные с целью уменьшения угловых деформаций и трудоёмкости изготовления;

3.7 - замена нахлёсточных соединений с двумя лобовыми швами на соединения с одним прорезным и одним лобовым швами с их выполнением в последовательности, обеспечивающей сварку с одной стороны, повышение прочности и уменьшение деформаций;

3.8 - использование при сварке стыковых швов поперечных колебаний электрода с целью снижения требований к точности его позиционирования;

3.9 - проектирование конструкций с уравновешиванием сил и моментов, создаваемых усадкой швов;

3.10 - назначение размеров заготовок с учётом последующей сварочной усадки;

3.11 - проектирование с возможностью правки конструкции после сварки.

4. Использование технологических приемов, уменьшающих сварочные деформации, а именно:

4.1 - назначение режимов сварки с минимальной погонной энергией;

4.2 - использование жёсткой сборочной оснастки;

4.3- смещение швов на толстостенные, жёсткие элементы в соединениях деталей разной толщины;

4.4 - предварительное пластическое деформирование деталей, создающее перемещения, противоположные ожидаемым при сварке;

4.5 - искусственное охлаждение сварных соединений, уменьшающее зону пластических деформаций;

4.6 - сборка с учётом будущих сварочных деформаций;

4.7- создание в зоне сварки напряжений, обратных сварочным по величине и знаку;

4.8 - приложение к изделию активных сил, вызывающих в элементах конструкции деформации, обратные сварочным;

4.9 - сварка тавровых соединений «на спуск» или в симметричную лодочку, позволяющая получать нормальные или вогнутые швы;

4.10 - сварка в несимметричную лодочку, позволяющая регулировать соотношение катетов, получать наибольшую глубину проплавления, совпадающую с расчётным сечением шва.

Заключение. Использование предложенных нами принципов организационно-технологического проектирования позволило создать ряд роботизированных сварочных комплексов для сварки сложных сварных конструкций, обеспечивающих требуемое качество изделий в сочетании с достаточной их эффективностью в эксплуатации.

Библиографический список

1. Тимченко В.А., Дубовецкий С.В., Федотов П.Ф., Гурский К.П. Методика определения допустимого отклонения линии соединения от заданного положения при сварке // Автоматическая сварка. – 1988. - №4. - С. 32-35.

2. Куркин Н.С, Дриккер В.Е. Оценка предельных отклонений при дуговой роботизированной сварке тавровых соединений // Сварочное производство. - 1989. - №2. - С.8-10.

3. Людмирский Ю.Г., Солтовец М.В., Юрова С.А. Условия обеспечения качественных сварных соединений при дуговой сварке неадаптивными роботами. // Сварные конструкции и технология их изготовления: Сб. науч. ст. / Издательский центр ДГТУ. - Ростов н/Д. - 1998. – С.55-67.

4. Людмирский Ю.Г. Роботизация производства маложёстких сварных конструкций / СКНЦ ВШ. - Ростов н/Д. 2002. – 139 с.

5. Людмирский Ю.Г., Лукьянов В.Ф., Жак С.В. Имитационная модель прогнозирования качества сварных соединений при их выполнении неадаптивными роботами // Вестник ДГТУ. - Том 6. - №4. – С.301-310.

Материал поступил в редакцию 30.10.05.

U.G. LUDMIRSKIY, M.V. SOLTOVETS, A.N. GRITSYNA

PRINCIPLES OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL DESIGNING OF THE ROBOTIZED WELDING COMPLEXES

In our work we form the principles of organizational and technological design of robotized technological complexes for manufacturing large-scale, non-rigid, spatial structures with great number of short-length welding joints. The algorithm of design process is also considered.

ЛЮДМИРСКИЙ Юрий Георгиевич (р 1940), доктор технических наук (2002), профессор кафедры «Машины и автоматизация сварочного производства» Донского государственного технического университета. В 1962 году окончил Ростовский-на-Дону институт сельхозмашиностроения по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». В 1973 г. в МВТУ им. Н.Э. Баумана защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Научные интересы лежат в области роботизации сварочного производства, разработки способов снижения сварочных деформаций, напряжений и повышения работоспособности сварных конструкций.
Опубликовал более 100 работ.

СОЛТОВЕЦ Марат Васильевич (р. 1942), доцент, кандидат технических наук (1984), работает на кафедре «Технологии технического регулирования» Донского государственного технического университета. В 1969 году окончил Ростовский-на-Дону институт сельхозмашиностроения по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». В 1973 г. в МВТУ им. Н.Э. Баумана защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук.
Научные интересы лежат в области роботизации сварочного производства, исследования работоспособности сварных соединений, работающих в коррозионных средах, разработки систем качества.
Опубликовал более 80 работ.

ГРИЦЫНА Александр Николаевич (р. 1983), инженер, работает на кафедре «Машины и автоматизация сварочного производства» Донского государственного технического университета. В 2005 году окончил Ростовский-на-Дону государственный технический университет по специальности «Оборудование и технология сварочного производства».
Научные интересы лежат в области автоматизации и роботизации сварочного производства.
Опубликовал 2 работы.